

動的吸蔵の評価の為の高速試料搬送装置の動作開発

Estimation of Dynamic Retention on Moving Development of Fast Ejecting System of Targeted Sample (FESTA)

岳其霖¹、花田和明²、大宅諒¹、小島信一郎¹、出射浩²、恩地拓己¹、黒田賢剛²、吉田直亮²Qilin YUE¹, Kazuaki HANADA², Makoto OYA¹, Shinichiro KOJIMA¹, Hiroshi IDEI², TakumiONCHI¹, Kengoh KURODA², Naoaki YOSHIDA²九大総理工¹、九大応力研²IGSES Kyushu Univ.¹, RIAM Kyushu Univ.²

1 概要

核融合プラズマ実験装置では従来の炭素材に代わってタンゲステン等の金属壁を使う必要がある。金属壁は水素の動的吸蔵の効果がより早くかつ大きく表れるため、その理解が求められている。球状トカマク装置QUESTではプラズマ対向壁上のプラズマとの相互作用で生じる材料表面の厚さ数十nmの再堆積層が動的吸蔵を支配していることが分かっている。

これまで、静的吸蔵については多くのプラズマ装置で定量計測がなされてきたが、動的吸蔵については微視的観測では核反応法でしか計測されていない。これらの計測は長期据え置き試料を分析するもので、短期的な現象としての動的吸蔵は、放電終了後のガス放出束の計測より評価でき、これまでQUESTで導入していた。QUESTのプラズマ長時間運転では放電時の H_{α} 線強度を水素分子供給の流量で維持している。 H_{α} 線強度はQUESTの対向壁へ注入される粒子フラックス Γ_{in} と比例関係があると考えられるため Γ_{in} が放電中一定に維持されている。放電開始後、壁に吸蔵される水素量が増えていくため、壁から放出される水素フラックス Γ_{out} も徐々に増えていき、 Γ_{in} と Γ_{out} が釣り合った時に、壁飽和となる。QUESTでは放電中に供給した水素分子数及びポンプで排出された水素分子数の差分により壁の吸蔵数が求められ、放電終了後に観測される飽和時の Γ_{out} 値(= Γ_{in})が求められている。このグローバルな動的吸蔵量の評価により、均一な壁モデルでの実験的な検証がなされた。

本研究では定常トカマク運転中にプラズマに曝露している試料を急速に引き抜き、表面から放出される水素分子ガスを定量的に計測することで動的吸蔵を測定する本高速試料搬送装置(FESTAと呼ぶ。)を開発し、その場かつ局所的な動的吸蔵の観測を可能にする。またプラズマ曝露試料を選択することで動的吸蔵の知見の普遍化を図る。

2 高速試料搬送装置FESTAと計測原理

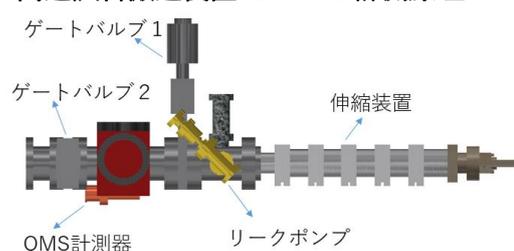


図2 FESTAの概略図

FESTAは図2にあるように二つのゲートバルブと計測用チャンバーと伸縮装置で構成されている。伸縮装置は試料をつまみ上げるアームと接続されているため、アームは移動可能である。アームは計測チャンバーで試料のつまみ上げ・置きが可能である。ゲートバルブは、アーム先端位置をモニタする光センサーより開閉が制御される。試料はプラズマに曝露された状態からトリガー信号を受けると自動的に引き出され、チャンバー内に置き去りにされる。同時にゲートバルブ2が閉じ、アームの先端が計測用チャンバーからさらに引き出された後、ゲートバルブ1が閉じる。現在、この一連の動作が確認されている。ゲートバルブ1が閉じた後、質量分析装置(QMS)でチャンバー内の水素分圧を測ることで動的吸蔵を直接評価することができる。

3 FESTAでの計測の検証

プラズマ曝露中には計測チャンバーとQUEST真空容器が同じ圧力になっているので、バックグラウンド($N_{chamberH}$)が一定量存在している。またチャンバー内壁からのアウトガス($\Gamma_{chamberH}$)も存在する。これらは測定に影響するので、既存のデータにより検証され、試料からの水素フラックス($\Gamma_{sampleH}$)が検出できることが確認された。

4 まとめ

動的吸蔵をその場局所計測できる高速試料搬送装置(FESTA)の動作を確認し、計測可能であることを検証した。